

PEA2503 Laboratório de Qualidade de Energia

Filtros Ativos de Harmônicos

Prof. Lourenço Matakas Jr

Versão 29/Out/2018 (editado pelo prof. Wilson Komatsu)

1. Objetivos

- Aprender a estratégia de filtragem ativa de harmônicos de corrente, utilizando conversor estático para a injeção de harmônicos na rede;
- Aprender uma técnica de extração dos harmônicos da corrente de carga em tempo real;
- Verificar a operação dos subsistemas e do filtro completo, incluindo a influência dos parâmetros através de simulações utilizando o PSIMCAD;

1. Filtro Ativo de Corrente

1.1 Princípio de Funcionamento

Uma carga não linear, alimentada com tensão $v_{rede}(t)$ absorve uma corrente deformada $i_{carga}(t)$, conforme mostrado na figura 1

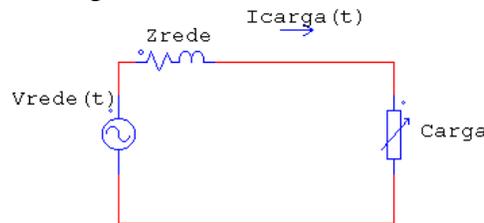


Figura 1: Carga não linear conectada à rede.

Inserir-se uma fonte de corrente i_{filtro} em paralelo com a carga, conforme mostrado na figura 2a. O componente fundamental da corrente de carga é $i_1(t)$ (figura 2b). Deseja-se que a corrente na rede seja igual ao componente fundamental da carga ($i_{rede}(t) = i_1(t)$), o que se consegue impondo-se uma corrente no filtro igual a $i_{filtro}(t) = -(i_{carga}(t) - i_1(t))$.

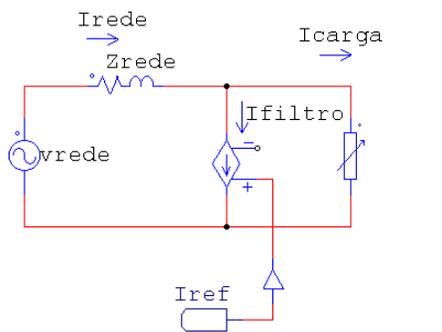


Figura 2a: Filtro em paralelo com a carga.

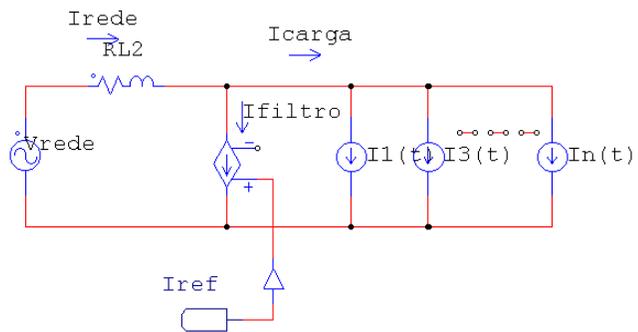


Fig. 2b: Representando a carga por fontes de corrente ideais.

1.2 Gerador de Corrente Controlado

O gerador de corrente é implementado com um conversor do tipo fonte de tensão, operando em PWM, com uma malha de controle de corrente igual à utilizada nos experimentos relativos ao gerador de reativos e ao retificador com elevado fator de potência (figura 3)

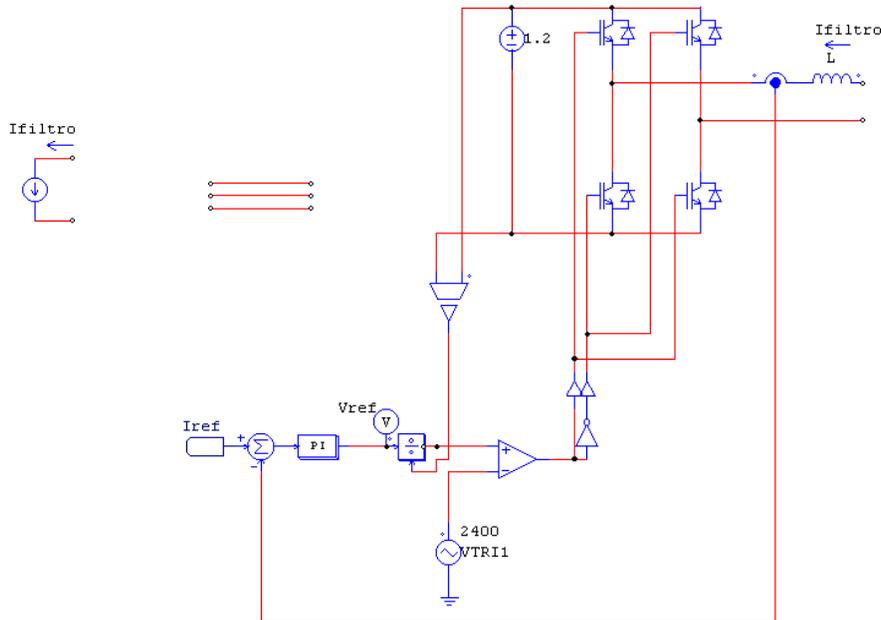


Figura 3: Implementação do Gerador de Corrente a partir de um conversor PWM.

1.3 Obtenção da Corrente de Compensação $i_{ref}(t)$

Existem diversas estratégias utilizadas para o cálculo da corrente de compensação $i_{ref}(t)$ em tempo real. Uma delas consiste em passar o sinal correspondente à corrente na carga ($i_{carga}(t)$) em um filtro passa banda sintonizado em 60Hz, obtendo-se em sua saída o componente fundamental da corrente na carga ($i_I(t)$). A corrente de compensação será dada por $i_{ref}(t) = i_{filtro}(t) = -(i_{carga}(t) - i_I(t))$.

1.4 Fonte do lado CC

Como a potência ativa consumida pelo filtro é teoricamente nula, pode-se substituir a fonte no lado CC por um capacitor, responsável por impor tensão contínua com baixa ondulação no link CC. Requer-se um controlador para manter a tensão no capacitor constante, independente das condições no lado CA.

2. Atividades

2.1 Verificar o desempenho do filtro passa banda

- Utilizando o arquivo **exp11A-29-10-2018.psim** (figura 4), injetar três componentes harmônicos (verificar as frequências e amplitudes) ao filtro passa banda. Para se obter maior atenuação para os harmônicos diferentes da fundamental são utilizados dois filtros em série;
- Plotar em um único gráfico as formas de onda de $v_{total}(t)$, do componente fundamental $v_I(t)$ e da saída do filtro $v_{saida}(t)$;
- Comentar sobre o desempenho do filtro na extração da fundamental (amplitude, tempo de resposta, atenuação dos harmônicos).

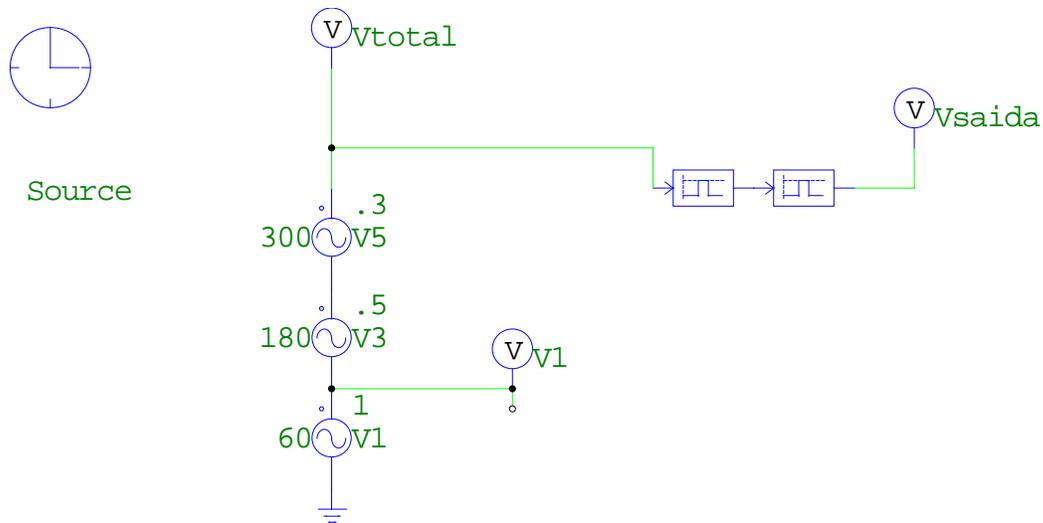


Figura 4: Verificação do desempenho do filtro passa banda.

2.2 Verificando o Desempenho do Gerador de Corrente

- Baseando-se na figura 3, apresentar um diagrama de blocos completo do filtro ativo, incluindo controle da tensão CC (V_{cc});
- Utilizando o arquivo **exp11B-29-10-2018.psimsch** (figura 5), verificar se os valores do PI fornecidos conseguem fazer com que a corrente no filtro siga a referência $i_{ref}(t)$.
- Como no filtro circularão apenas harmônicos, verificar para as frequências de 180Hz, 300Hz e 420Hz qual é o máximo valor de pico da referência que o controlador consegue rastrear. O que acontece com o valor de pico de I_{ref} ao se aumentar a frequência? (Sugere-se plotar/mostrar $i_{ref}(t)$, $i_L(t)$, $v_{ref}(t)$, $v_{conversor}(t)$);
- Justificar, dando soluções para se ampliar a faixa de trabalho do filtro ativo.

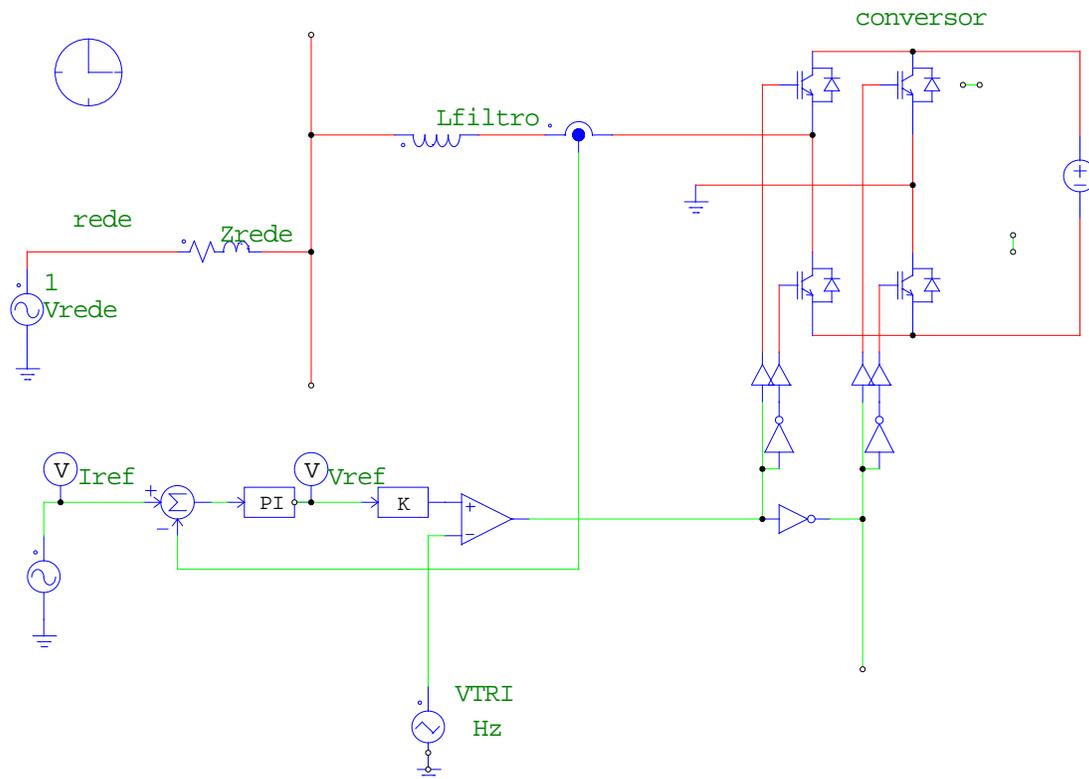


Figura 5: Verificação do desempenho do gerador de corrente.

2.3 Verificando o desempenho do Sistema Completo

- Utilizando o arquivo **exp11C-29-10-2018.psim** (figura 6), plotar em uma única página dois gráficos, o primeiro com $i_{rede}(t)$ e $i_{ref}(t)$, e o segundo com $i_{filtro}(t)$ e $i_{ref}(t)$. Utilizar $V_{cc}=1.35pu$ e $R_{cc}=2pu$;
- Obtenha também os espectros dos gráficos acima solicitados comentando sobre o desempenho do filtro e da malha de controle de corrente do filtro;
- Repita o item a com $V_{cc}=1.25pu$. Por que o desempenho piorou?

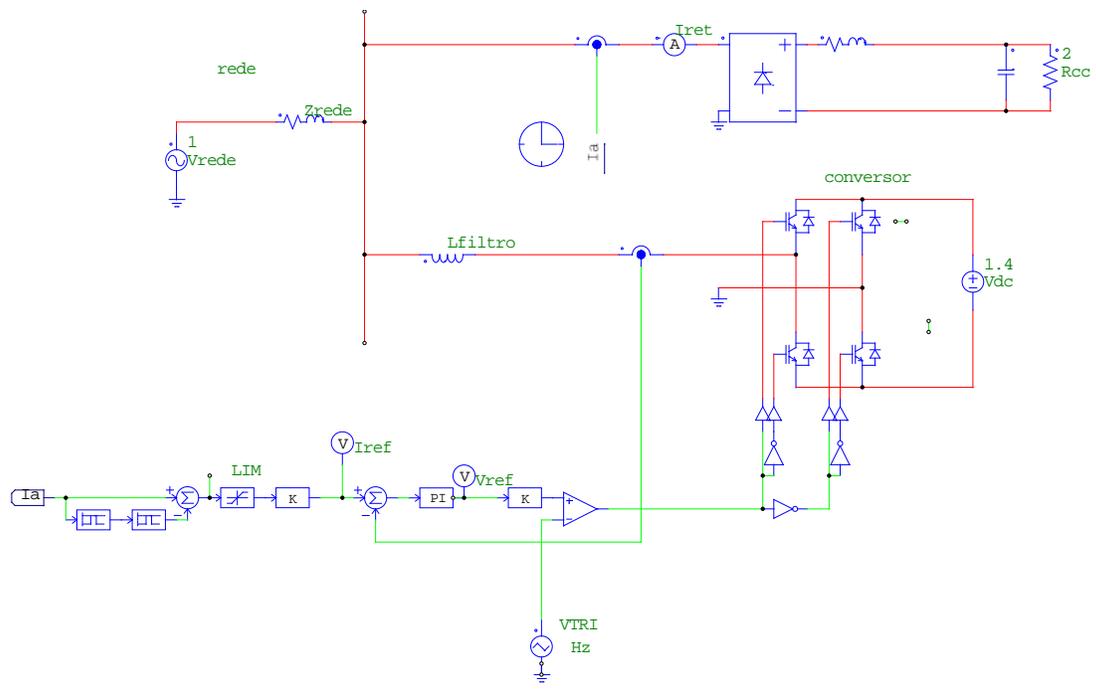


Figura 6: Verificação do desempenho do sistema completo.